



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Fachliche Einordnung zur
„Position der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) von
Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-
Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und
Schleswig-Holstein zur Ausweisung des Teilgebietes
„Tertiäres Tongestein“ im Zwischenbericht Teilgebiete der
Bundesgesellschaft für Endlagerung GmbH vom
28.09.2020“

sowie zur

Stellungnahme der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr
und Klimaschutz (SenUVK) Berlin vom 21.01.2021 zum
Zwischenbericht Teilgebiete der Bundesgesellschaft für
Endlagerung GmbH vom 28.09.2020

Stand 31.05.2021

1 Einleitung

Am 28.09.2020 hat die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (im Weiteren BGE) den „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 Standortauswahlgesetz“ (im Weiteren ZBTG) veröffentlicht, in dem insgesamt 90 Teilgebiete durch die Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien gemäß §§ 22 bis 24 StandAG ermittelt worden sind. In diesen Teilgebieten werden günstige geologische Voraussetzungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle erwartet.

Am 03.02.2021 wurde der BGE durch die Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) von Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein ein Fachpositionspapier zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein“ im genannten Zwischenbericht vorgelegt. Für die Übersendung der Fachstellungnahme bedankt sich die BGE ausdrücklich. Das Positionspapier der SGD trägt den Titel „Fachliche Position der Staatlichen Geologischen Dienste von Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein“ im Zwischenbericht Teilgebiete der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH vom 28.09.2020“ (im Folgenden „Fachliche Position der SGD“) und ist auf der [Homepage](#) der BGE veröffentlicht.

Am 21.01.2021 wurde der BGE durch die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz des Landes Berlin (im Weiteren SenUVK) eine Fachstellungnahme zum genannten Zwischenbericht vorgelegt. Die Stellungnahme der SenUVK trägt den Titel [Anmerkungen zum] „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG vom 28.09.2020“ und ist auf der [Homepage](#) der BGE veröffentlicht. Da die in der Stellungnahme der SenUVK genannten Punkte ebenfalls thematisch vollständig von der gemeinsamen Fachlichen Position der SGD abgedeckt werden, werden beide Stellungnahmen in diesem Dokument von der BGE fachlich eingeordnet.

Eine „Zusammenfassung Stellungnahme der Länder Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein zum Teilgebiet 4“ findet sich auf der Internet-Seite des Nationalen Begleitgremiums https://www.nationales-begleitgremium.de/SharedDocs/Downloads/DE/ZF_Stellungnahmen_Zwischenbericht_17_3_2021/ZF_Stellungnahme_mehrere_SGDs.html.

In dieser fachlichen Einordnung wollen wir in Kapitel 3 auf die wesentlichen Punkte aus der Stellungnahme eingehen. Die fachliche Einordnung nimmt dabei immer Bezug auf den ZBTG, steht also im Kontext des Schritts 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens.

2 Ablauf des Standortauswahlverfahrens

Für die Ermittlung von Teilgebieten hat die BGE gemäß § 12 Abs. 3 und § 13 StandAG bei den verschiedenen Bundes- und Landesbehörden Daten zu den verschiedenen in den §§ 22 bis 24 StandAG festgelegten geowissenschaftlichen Anforderungen und Kriterien abgefragt. Entsprechend der gesetzlichen Vorgaben wurden von der BGE im Schritt 1 der Phase I nur bereits vorhandene Daten der Landes- und Bundesbehörden verwendet und keine eigenen Daten erhoben. Diese Daten wurden von allen Bundes- und Landesbehörden über verschiedene Datenlieferungen zur Verfügung gestellt und von der BGE entsprechend der Methoden zur Anwendung der Ausschlusskriterien (§ 22 StandAG), der Mindestanforderungen (§ 23 StandAG) und der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (§ 24 StandAG) für die Ermittlung von Teilgebieten genutzt.

Die zugrundeliegende Methodik für die Ermittlung von Teilgebieten ist in detaillierter Form den untersetzenden Unterlagen des ZBTG zu den Ausschlusskriterien (BGE 2020h), Mindestanforderungen (BGE 2020j) sowie Geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (BGE 2020k) zu entnehmen. Deren wichtige Grundsätze für die Anwendung sind Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 1: Wichtige Grundsätze für die Anwendung der Ausschlusskriterien (vgl. BGE 2020h)

Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none">• Informationsgewinn kann sich nur vergrößernd auf ausgeschlossene Gebiete auswirken.• Alle Ausschlusskriterien werden unabhängig voneinander deutschlandweit angewendet.• Eine Überschätzung von ausgeschlossenen Gebieten soll durch die jeweilige Anwendungsmethode vermieden werden.• Die jeweilige Anwendungsmethode soll bundesweit möglichst einheitlich sein, soweit dies auf Grundlage der von den Bundes- und Landesbehörden gelieferten Daten möglich ist.

Tabelle 2: *Wichtige Grundsätze für die Anwendung der Mindestanforderungen
(vgl. BGE 2020j)*

Mindestanforderungen
<ul style="list-style-type: none">• Anwendung der Mindestanforderungen erfolgte auf die stratigraphische Einheit, die die endlagerrelevante Gesteinsabfolge enthält.• Liegen Daten zur Bewertung erst zu einem späteren Zeitpunkt des Verfahrens vor, so gilt die Mindestanforderung als erfüllt, soweit dies aufgrund der vorhandenen Datenlage zu erwarten ist (§ 23 Abs. 3 StandAG).• Grundlage der Bearbeitung sind die Begriffsbestimmungen Wirtsgestein und die inventarisierten endlagerrelevanten Gesteinstypen.• Untere Begrenzung des Suchraums liegt bei 1.500 m unter Geländeoberkante.• Stichpunktartig dienen Bohrungsinformationen als punktueller Beleg über die Erfüllung der Mindestanforderungen.

Tabelle 3: *Wichtige Grundsätze für die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (vgl. 2020k)*

Geowissenschaftliche Abwägungskriterien
<ul style="list-style-type: none">• Die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien erfolgte auf die identifizierten Gebiete, welche aus der Anwendung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen hervorgingen.• Die Bewertung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien für die identifizierten Gebiete erfolgte anhand der jeweiligen endlagerrelevanten Gesteinsabfolge oder -formation, welche im Rahmen der Anwendung der Mindestanforderungen ausgewiesen wurde.• Im Zuge der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien erfolgte in Schritt 1 der Phase I keine Flächenänderung der identifizierten Gebiete.• Für die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien, für die zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren keine flächendeckenden Daten mit einem hohen Detaillierungsgrad vorliegen, erfolgte die Bewertung generisch, anhand von wirtsgesteinsspezifischen Referenzdatensätzen (BGE 2020b). Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Bewertung im oberen Bereich der physikalisch möglichen Bandbreite des Wirtsgesteins erfolgt. Dabei wird die Maxime zu Grunde gelegt, dass sich eine in der Phase I Schritt 1 des Standortauswahlverfahrens erfolgte Bewertung durch einen Informationsgewinn in späteren Phasen nicht verbessert, sondern nur beibehalten wird oder schlechter werden kann.• Als Teilgebiete wurden gemäß § 13 StandAG jene Gebiete ermittelt, welche im Ergebnis mit einer günstigen geologischen Gesamtsituation aus der abschließenden zusammenfassenden Bewertung der geowissenschaftlichen Abwägung hervorgingen.

Im Hinblick auf die fachliche Position der SGD ist hier noch einmal herauszuheben, dass bei der Bearbeitung der Mindestanforderungen prinzipiell ein konservativer Ansatz verfolgt wurde, bei dem in Schritt 1 der Phase I eine Überschätzung der Fläche der Teilgebiete verfahrensbedingt in Kauf genommen wurde. Die umfangreiche und heterogene Datenlage in der Bundesrepublik war verfahrensökonomisch in diesem ersten Schritt nicht vollumfänglich auswertbar.

Bei der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien in Schritt 1 der Phase I ist herauszustellen, dass diese zu einer vergleichenden Bewertung der identifizierten Gebiete genutzt wurden. Eine Verwendung zur Gebietsverkleinerung erfolgte nicht. Nur einige der 40 Indikatoren in den elf geowissenschaftlichen Abwägungskriterien konnten in allen Gebieten mit lokalen Daten abgedeckt werden. Um dennoch alle Krite-

rien bewerten zu können, wurden allgemeine Referenzdatensätze für die drei Wirtsgesteine Tongestein, Steinsalz und Kristallin aus der Literatur erarbeitet. Anhand der günstigsten physikalisch möglichen Ausprägung eines Indikators wurde eine Bewertung vergeben, die bei späterer Verwendung von lokalen Daten nur gleichbleiben oder schlechter werden kann. Auch dies entspricht dem Prinzip eines konservativen Ansatzes.

In Schritt 2 der Phase I erfolgt auf Basis der ermittelten Teilgebiete die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung. Dafür werden auch bereits gelieferte Daten oder Veröffentlichungen, die im Schritt 1 der Phase I für den ZBTG methodisch noch keine Berücksichtigung fanden, sowie Hinweise aus den Stellungnahmen der Bundes- und Landesbehörden, herangezogen und geprüft.

Wie im StandAG vorgesehen, findet bis zum Vorschlag von Standortregionen für die übertägige Erkundung keine nachträgliche Anpassung der Teilgebiete statt. Vielmehr kann die fachliche Position der SGD in die Eingrenzung zu Standortregionen einfließen. Die BGE beabsichtigt, Zwischenstände der Bearbeitung öffentlich zu kommunizieren. Diese können bei einer Bewertung beispielsweise im Rahmen von § 21 Verfahren Berücksichtigung finden.

3 Wesentliche Anmerkungen der fachlichen Position der SGD und fachliche Einordnung

Im folgenden Kapitel werden einige Kritikpunkte der Stellungnahmen der SGD sowie der SenUVK aufgegriffen und diskutiert. Dabei besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Nachvollziehbare fachliche Hinweise werden im weiteren Verfahren berücksichtigt, aber nicht in jedem Fall explizit kommentiert. Jedem Unterkapitel vorangestellt werden die Anmerkungen der SGD in blauer Schriftfarbe gekürzt wiedergegeben; Kernaussagen werden zitiert und kursiv dargestellt. Die Einordnung durch die BGE folgt dann in schwarzer Schrift.

3.1 „Mindestanforderungen Teil I“

Kernaussage der Anmerkung der Fachlichen Position der SGD

„Durch die Anwendung sehr unterschiedlicher Datengrundlagen ergeben sich für das Teilgebiet „Tertiäres Tongestein“ allerdings offensichtliche „Ungleichbehandlungen“ der betroffenen Bundesländer. [...] Insbesondere der Verzicht der BGE zum jetzigen Zeitpunkt auf die Verwendung von Datengrundlagen aus den analogen Archiven einiger SGD bzw. bei digitalem Datenbestand den vollständigen Rückgriff auf die in diesen Unterlagen vorhandenen sehr viel detaillierteren Basisinformationen incl. der verwendeten 3D-Modelle widerspricht dem Ansatz einer auf einheitlichen Kriterien basierenden Gebietsausweisung. Dies stellt nicht in jedem Fall ein konservatives Ergebnis sicher.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Geowissenschaftliche Daten liegen bei den Landesämtern nicht in einer standardisierten Form vor. Daher musste die methodische Bearbeitung der Daten aus unterschiedlichen Bundesländern auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Die Maßstäbe der Betrachtung sind jedoch vergleichbar. Aufgrund einer seitens der SGD nicht oder nur teilweise erfolgten Digitalisierung ihrer Archive war die umfassende Verwendung von analogen Daten aus verfahrensökonomischen Gründen im Rahmen der Arbeiten nach § 13 StandAG nicht möglich (und auch nicht notwendig). Für die vorliegenden Teilgebiete bzw. Bereiche innerhalb der Teilgebiete erfolgt dies nun im Rahmen der Arbeiten nach § 14 StandAG.

Eine vollumfängliche Auswertung der mehr als 20.000 Bohrungen im norddeutschen Becken war im Schritt 1 der Phase I nicht durchführbar. Gleichzeitig stellen die im Zwischenbericht veröffentlichten Teilgebiete eine erste Eingrenzung der weißen Landkarte dar, für die eine vollumfängliche Auswertung der Bohrdatenbanken nicht notwendig war. Innerhalb der Teilgebiete können nun detailliertere Untersuchungen erfolgen. Wo 3D-Modelle in ausreichender stratigraphischer Auflösung vorhanden waren, wurden sie genutzt. Die Methodik zur Ermittlung der Teilgebiete wurde an die Datenlage angepasst. Der Anspruch an eine bundesweit einheitliche Vorgehensweise musste in Anbetracht der (bundeslandabhängigen) heterogenen Datenlage modifiziert werden.

Die Bewertungsmaßstäbe waren jedoch stets dieselben, so dass keine Ungleichbehandlung vorlag.

3.2 „Mindestanforderungen Teil II“

Kernaussage der Anmerkungen

„Der Umgang mit dieser „Verteilungsungerechtigkeit“, bezogen auf die heterogene Datenbasis, ist ein wesentlicher Aspekt, den die BGE hätte berücksichtigen sollen. Die Vorgehensweise der BGE, im Wesentlichen mit einem Werkzeug, das als Modell im Maßstab 1:300.000 (Geotektonischer Atlas 3D) „nur“ stratigraphische Einheiten abbildet, ein Teilgebiet für die beschriebenen Einheiten des Paläogen als potenzielles Wirtsgestein belastbar nach den Maßstäben des StandAG abzugrenzen, wird seitens der SGD als zu starke Vereinfachung gesehen.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik nicht anschließen.

Begründung: Das Norddeutsche Becken ist ein komplexer Ablagerungsraum, in dem insbesondere die Halokinese zu kleinräumigen tektonischen Strukturen und lokalen Änderungen der Ablagerungsbedingungen geführt hat. In die 3D-Modelle der Länder, so zum Beispiel dem 3D-Modell Niedersachsens (GTA-3D), sind viele Jahre Arbeit eingegangen, um sowohl Bohrdaten als auch seismische Daten in großer Anzahl zu einem plausiblen und abdeckenden Modell zusammensetzen.

Es gab in den Augen der BGE im Rahmen der Arbeiten im Schritt 1 der Phase I kein besseres Werkzeug, um die ausgewiesenen Einheiten des Paläogen belastbar einzugrenzen. Damit setzen wir die Intention des schrittweise erfolgenden Standortauswahlverfahrens sinngemäß um. Die ggf. besseren Modelle des Projekts „Tiefer Untergrund norddeutsches Becken“ (TUNB) lagen zum Zeitpunkt unserer Bearbeitung noch nicht vor.

3.3 „Mindestanforderungen Teil III“

Kernaussage der Anmerkungen

„Der sehr unterschiedliche Detaillierungsgrad der verwendeten Datengrundlagen (z.B. Flächen im GTA-3D im Maßstab 1:300.000) lassen Zweifel aufkommen, ob die abschließende, d.h. der Schritt vom identifizierten Gebiet „Tertiäres Tongestein“ hin zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein“ in Norddeutschland belastbar ist.“

Aufgrund der Modellgrenzen endet das Teilgebiet bspw. an einigen Stellen an Ländergrenzen, weil hier eine Datenharmonisierung offensichtlich nicht möglich war. Demnach erfolgte hier die Ausweisung des Teilgebietes nicht anhand geologischer Bewertungen (sondern anhand politischer Grenzen). Im Grunde kann dies dazu führen, dass eine Fläche aufgrund fehlender oder kleinmaßstäblicher Daten oder Daten, die bspw. in den Archiven der SGD nicht recherchiert wurden, ausgeschlossen wurde. Nach dem Gesetz müsste hier zum Umgang mit diesen Gebieten eine Empfehlung seitens der BGE ausgesprochen werden (§13 StandAG) und diese Gebiete umgekehrt weder ausgeschlossen noch als Teilgebiet ausgewiesen werden. Der Ansatz wäre im diesem Sinne nicht „konservativ.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen, wird aber dem Hinweis auf fälschlich ausgeschlossene Flächen an Ländergrenzen nachgehen.

Begründung: Grundsätzlich ist die Betrachtung „stratigraphischer Container“ kein Problem, da die ausgewertete Einheit des 3D-Modells (in diesem Fall Basis_Oberpaläozän bis Basis_Mitteloazän) in Mächtigkeit und voraussichtlich auch Ausdehnung die Verbreitung der Zielformationen übersteigt.

Im Rahmen unserer Arbeiten zum § 13 war es nicht möglich, eine Homogenisierung der Ländermodelle durchzuführen. Die seitens der SGD stattfindende Homogenisierung (TUNB) wurde uns erst im Spätsommer 2020 übermittelt und konnte daher nicht mehr berücksichtigt werden.

Die für die Anwendung der Mindestanforderungen und Ausschlusskriterien notwendigen Daten wurden bei den SGD angefragt. Die BGE hat mit den Informationen gearbeitet, die von den SGD bereitgestellt wurden. Die allgemeinen Hinweise auf weitere analoge Daten konnten zumeist aus Gründen der Verfahrensökonomie nicht berücksichtigt werden.

In der Sache ist uns allen klar, dass bei derart umfangreichen Datenmengen immer wieder Inhomogenitäten und Fehler auftauchen können. Die einzige sinnvolle Vorgehensweise ist, stets kritisch zu prüfen und erkannte Fehler entsprechend zu beheben. Die vorgeschlagene Ausweisung von Ländergrenzen als „Gebiete mit unzureichenden Informationen“ halten wir nicht nur für nicht zielführend, sondern auch unbegründet. Nach unserer Kenntnis sind keine Gebiete aufgrund fehlender Daten unberücksichtigt geblieben. Aufgrund einer teilweise schwierigen Datenlage wurden die Gebiete stattdessen teilweise deutlich überschätzt.

3.4 „Mindestanforderungen Teil IV“

Kernaussage der Anmerkungen

„Der GTA-3D als Modell für Niedersachsen, Hamburg und Bremen sowie die in Schleswig-Holstein verwendeten Modelle (Basismodell SH 2012 (GTA-3D) und Strukturmodell SH 2016 (aus Projekt „StörTief“) bilden „nur“ stratigraphische Einheiten ab, die für eine Bewertung der Gesteinsformationen in lithostratigraphische bzw. am Ende lithologische Einheiten übersetzt werden mussten. Ohne eine systematische und umfängliche Hinzuziehung sowie Prüfung der Informationen aus vorhandenen und zugänglichen Tiefbohrungen (die der BGE vor Veröffentlichung des Zwischenberichtes vorlagen) ist dies nicht möglich. Das Ergebnis stellt dementsprechend eine starke Vereinfachung dar. Die aus den angegebenen Quellen ermittelten Mächtigkeiten im Paläogen von bis zu 1.055 m sind zwar im Sinne eines konservativen Vorgehens (maximal angetroffene Mächtigkeit des Paläogen) nicht zu beanstanden, für das Wirtsgestein Tongestein im Tertiär aber über das gesamte Verbreitungsgebiet Norddeutschlands genommen deutlich überschätzt.

Für den sich nun anschließenden Schritt zur Einengung dieses Teilgebietes auf eine oder mehrere Standortregionen stellt sich die Frage, ob und wie dies überhaupt geowissenschaftlich belastbar vorgenommen werden kann.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik im Wesentlichen nicht anschließen.

Begründung: Das Vorgehen der BGE im Schritt 1 der Phase I war umgekehrt: lithostratigraphisch geeignete Einheiten wurden bei der Inventarisierung identifiziert. Bei der Bearbeitung der Mindestanforderungen wurden sie in „stratigraphischen Containern“ behandelt, um zu einer zügigen Flächenermittlung zu gelangen. Innerhalb der ausgewiesenen Teilgebiete können im weiteren Verfahren detailliertere Untersuchungen erfolgen. Es ist richtig, dass die mehr als 20.000 Bohrungen im Gebiet nicht vollumfänglich ausgewertet wurden. Allerdings flossen ja auch Bohrdaten in die Erstellung der 3D-Modelle ein (leider lagen uns die Marker nicht vor). Bohrungen wurden punktuell zur Überprüfung des Ergebnisses der 3D-Modell-Auswertung genutzt, sowohl als Positiv- als auch als Negativbeleg. Die Überschätzung der Verbreitung wird in Schritt 1 Phase I verfahrensbedingt in Kauf genommen.

Beispielsweise liegt im Raum Harsefeld nach Auswertung des 3D-Modells eine Mächtigkeit von 1020 m und mehr vor, dies lässt sich anhand einer Bohrung („Harsefeld“) überprüfen: Dort liegen zwischen Basis Untereozän 1 und Basis Mitteleozän 1283 m. Die Angaben zu Tiefenlage und Mächtigkeit im Teilgebiets-Steckbrief sind nicht als durchschnittliche Werte zu verstehen, sondern geben Minima und Maxima wieder, was auch entsprechend benannt wird.

Wie von den SGD bereits festgestellt, wurde bisher konservativ anhand der existierenden 3D-Modelle ausgewiesen und anhand einer eingeschränkten Bohrdatenauswertung, wo diese nicht vorlagen.

Im weiteren Verfahren werden weitere Bohrdaten in die Betrachtung aufgenommen sowie zusätzliche Information aus beispielsweise seismischen und gravimetrischen Daten. Auch die Auswertung der bereits verwendeten Daten kann regional nachgeschärft werden, z. B. wird eine detaillierte Auswertung geophysikalischer Logs Gegenstand von Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens sein. Eine belastbare Einengung der Teilgebiete ist daher sehr gut möglich auf Basis der vorliegenden Zwischenergebnisse.

3.5 „Referenzdatensätze I“

Kernaussage der Anmerkungen

„Sieben der Indikatoren und Kriterien nach § 24 StandAG (Geowissenschaftliche Abwägungskriterien) beruhen auf der Verwendung von Referenzdatensätzen, vier Kriterien beruhen auf der Grundlage gebietsspezifischer Daten. Die Referenzdatensätze wurden losgelöst von der Stratigraphie und Erdzeitalter und der sehr unterschiedlichen Lithologie der jeweiligen Tongesteinsformationen für alle Tongesteine gleichermaßen und ohne weitere Differenzierung untereinander angewendet. Dabei wurden überwiegend Datensätze aus verfestigten Tonsteinen (Jura/Kreide) als Referenzdatensätze abgeleitet.

Insbesondere für das Teilgebiet „Tertiäres Tongestein“ ist diese Vereinheitlichung nicht nachvollziehbar und wird als nicht sachgerecht eingestuft. Für die tertiären Tongesteine ist zwingend ein eigener Referenzdatensatz erforderlich.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Die Rolle des Referenzdatensatzes Tongestein bestand darin, die *grundsätzlich* möglichen Werte der in den Anlagen zum StandAG abgefragten Werte für Tongesteine zusammenzustellen, wenn sie für den größten Teil der betrachteten Formationen nicht lokal verfügbar waren. Der Untersuchungsgrad der Einheiten des Thanetium und Ypresium in Norddeutschland ist sehr gering. Als Analoga wurden Studien im Boom Clay und Ypresian Clay aus Belgien herangezogen. Zu letzterem waren dabei auch nur vereinzelt Werte verfügbar.

Zugrunde gelegt wurde außerdem das Prinzip der konservativen Bewertung: Nach Referenzdatensatz wurde immer nach den bestmöglichen Werten, die in Tongesteinen möglich sind, bewertet. Dies stellt sicher, dass Gebiete nicht durch fehlende Daten schlechter bewertet werden.

Die alttertiären Sedimente Norddeutschlands sind nur teilweise unverfestigt. Da die identifizierten Gebiete als Ganzes bewertet wurden, ist das teilweise Vorkommen verfestigter Tonsteine ausreichend für die Bewertung im Rahmen des § 13 StandAG nach den gleichen Referenzdaten wie für die anderen verfestigten Tonsteine.

3.6 „Referenzdatensätze II“

Kernaussage der Anmerkungen

„Zahlreiche Bohrungen und Schichtenverzeichnisse, die der BGE von den SGD zur Verfügung gestellt wurden, belegen die große Heterogenität und lithofazielle Differenzierung der tertiären Abfolgen. Die tertiären (paläogenen) Sedimente in Norddeutschland sind gekennzeichnet durch sehr unterschiedliche Faziesräume und große lithologische Unterschiede innerhalb des Verbreitungsgebietes. Wichtige Eigenschaften (u. a. mineralogische Zusammensetzung, Art und Anteil der Tonminerale, Porosität, Permeabilität, Korngröße, Konsistenz, Paläotemperatur) dieser erdgeschichtlich relativ jungen Tongesteine unterscheiden sich wesentlich von denen älterer, prätertiärer Tongesteine.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Uns ist nicht bekannt, dass „wesentliche Unterschiede“ bezüglich Mineralogie, Korngröße u. Ä. zwischen den Tonfolgen des Thanetium/Ypresium in Norddeutschland und den Tonformationen des Mesozoikums bestehen, die die Unterschiede beispielsweise der mesozoischen Tonformationen untereinander übersteigen.

Sehr wohl sind wir uns über grundsätzliche Unterschiede der verschiedenen Tongesteinslokalisationen bewusst. Eine dezidierte Bewertung der sicherheitsrelevanten Eigenschaften erfolgt im Fortgang des Verfahrens.

3.7 „Referenzdatensätze III“

Kernaussage der Anmerkungen

„Für das Verständnis der Eigenschaften und des Verhaltens von Tongesteinen ist deren diagenetische Überprägung von großer Bedeutung. Im Gegensatz zu den Jura- und Unterkreide-Tongesteinen haben die tertiären Tongesteine keine tiefe Versenkung erfahren (Stichwort „Inversion des Niedersächsischen Beckens“). Tertiäre Tongesteine und dementsprechend auch die paläogenen Tongesteine weisen je nach Tiefe und Region sehr variierende Verfestigungsgrade auf.“

Die BGE stellt im Zwischenbericht Teilgebiete dar, dass die potentiellen Tongesteinsformationen untergeordnet andere Gesteine (z.B. Sandsteine, Kalksteine, usw.) enthalten. Weiterhin wird nicht zwischen plastischen und verfestigten Tonen unterschieden. Eine Prüfung, inwieweit diese Einlagerungen die Barrierewirkung des Tongesteins vermindern, wurde bisher seitens BGE nicht vorgenommen.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Dies betrifft alle ausgewiesenen Tongesteinsformationen. Eine Methodik zur Klassifizierung bezüglich Homogenität/Heterogenität wird im Rahmen der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen erarbeitet (siehe § 7 Abs. 6 Nr. 3 Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung).

3.8 „Referenzdatensätze IV“

Kernaussage der Anmerkungen

*„Grundsätzlich ist die Annahme gerechtfertigt, dass die in diesen Zeiträumen abgelagerten feinkörnigen Sedimente granulometrisch häufig in den Tonbereich eingestuft wurden. Dabei wurde in den Originalbearbeitungen primär in unverfestigte Tone und verfestigte Tongesteine differenziert, die stellenweise siltig bis sandige Zwischenlagen aufweisen können. Es ist davon auszugehen, dass im Rahmen der geologischen Bearbeitung zum Zeitpunkt der Bohrung bzw. Probenbearbeitung bei der Klassifikation von den geologischen Bearbeiter*innen bewusst zwischen „Ton“ und „Ton(ge)stein“ unterschieden wurde und auf Grund der nicht abgeschlossenen Diagenese der relativ jungen tertiären Schichten gravierende Festigkeitsunterschiede anzunehmen sind. In vielen Fällen ist in den Schichtenverzeichnissen die Bezeichnung „Ton“ durch die Konsistenzbegriffe plastisch, weich, mild oder mäßig fest ergänzt worden. Dadurch wurden Festigkeitsunterschiede dokumentiert und eine lithologische Abgrenzung vorgenommen.*

Auffällig ist weiterhin, dass an manchen Schichtprofilen gerade im Bereich der Stufen Ypresium bis Thanetium bspw. in Schleswig-Holstein in ein und derselben Bohrung eine Differenzierung zwischen hangenden jüngeren Tonen und liegenden älteren Tonsteinen aufgezeigt werden konnte. Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass die lithologischen Bezeichnungen Ton und Ton(ge)stein beliebig benutzt wurden, sondern dass sie sehr wohl einen prinzipiellen diagenetischen Unterschied markieren und charakterisierende lithologische Termini darstellen, die infolgedessen auch unterschiedliche Gesteinseigenschaften kennzeichnen. Von daher wäre es eigentlich zu erwarten gewesen, dass auch seitens der BGE diese Unterschiede betrachtet und beachtet worden wären und demzufolge eine weitere Differenzierung des Teilgebietes geboten gewesen wäre.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Der Sachverhalt ist uns bekannt. Die Möglichkeit einer solchen Ausarbeitung war aufgrund des Umfangs und Formats der verfügbaren Bohrdaten im Rahmen des Schrittes 1 der Phase I nicht gegeben. Eine Auswertung der Schichtenverzeichnisse der uns vorliegenden Bohrdatenbanken bzgl. der Differenzierung in Ton und Tonstein ist in der weiteren Bearbeitung vorgesehen, soweit dies möglich ist.

3.9 „Referenzdatensätze V“

Kernaussage der Anmerkungen

„Die Auswertung von zahlreichen Bohrungen im Rahmen von §21 Stellungnahmen der SGD hat gezeigt, dass die Schichten des Paläozän sehr heterogen zusammengesetzt sind und nicht flächendeckend als Tongesteinsformation zu betrachten sind. Die Schichten des Untereozän enthalten oftmals Feinsandsteine neben Tonsteinen. In den Einheiten Mitteleozän und Obereozän treten häufig Mergelsteine auf. Es gibt zahlreiche Beispiele, in denen die Paläozän-Untereozän-Schichten als aus nicht verfestigten Tonen bestehend beschrieben werden.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nur teilweise anschließen.

Begründung: Mitteleozän und Obereozän sind nicht als Teil des 004_00TG_053_00IG_T_f_tpg ausgewiesen. Die Relevanz der Homogenität der Tongesteinsschichten wird in Schritt 2 der Phase I betrachtet werden und u. a. in die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen eingehen.

3.10 „Referenzdatensätze VI“

Kernaussage der Anmerkungen

„Im Gegensatz zu Tonsteinen stellen Tone durch ihre im Sinne eines Endlagerstandorts „negativen“ Festigkeitseigenschaften ein Risiko im Hinblick auf die Standfestigkeit eines Endlagerbergwerkes dar. Stellenweise wird das tonige Material, z.B. in Schleswig-Holstein aber auch anderswo, als kleinbröckelig, zerfallend und mit Haarrissen und Harnischen durchzogen beschrieben. Darüber hinaus ist durch eine anzunehmende Wärmeentwicklung eingelagerter radioaktiver Stoffe eine Änderung der tonmineralogischen Zusammensetzung möglich.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Sowohl im unverfestigten Boom Clay im belgischen Mol (225 m u. GOK) als auch im verfestigten Opalinustonstein im schweizerischen Mont Terri (300 m u. GOK) bestehen seit mehreren Jahrzehnten Untertagelabore. An beiden Standorten war ein tragender Ausbau erforderlich, der bei geringem Verfestigungsgrad eine größere technische Herausforderung stellte, aber nicht unmöglich war.

Die Tone des Thanetium/Ypresium in Norddeutschland lassen Bedingungen zwischen denen an diesen beiden Standorten angetroffenen erwarten. Damit ist keine pauschale Aussage über die Standfestigkeit zu treffen, außer, dass das Auffahren eines Bergwerks grundsätzlich möglich ist.

3.11 „Referenzdatensätze VII“

Kernaussage der Anmerkungen

„Unter Berücksichtigung der Festigkeitseigenschaften sowie einer teilweisen heterogenen Zusammensetzung durch siltige und feinsandige Zwischenlagen bis hin zu Tuffiten muss die Eignung der tertiären Sedimente als potenzielles Wirtsgestein im weiteren Abwägungsprozess kritisch betrachtet werden.“

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form bedingt anschließen.

Begründung: Dies ist entsprechend Teil der Arbeiten im weiteren Verfahren. Fragestellungen bezüglich der Heterogenität werden in Hinblick auf alle Tongesteine beantwortet werden müssen.

3.12 „Weitere offene Fragen I“

Kernaussage der Anmerkungen

„Die BGE sollte darlegen, wie die Wissenslücken zu den Eigenschaften tertiärer Tongesteine nach dem Stand von Wissenschaft und Technik geschlossen werden sollen und welchen ggfs. weiteren Forschungsbedarf sie sieht.“

Antwort: Die Identifizierung weiteren Forschungs-, Entwicklungs-, und Erkundungsbedarfs für jeden Untersuchungsraum ist Teil der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (§ 12 Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung).

Je nach Sachlage wird Forschung kontinuierlich von uns angestoßen. Fragestellungen mit Blick auf tertiäre Tone werden von uns intensiv diskutiert.

3.13 „Weitere offene Fragen II“

Kernaussage der Anmerkungen

„Für das Verständnis der Eigenschaften und des Verhaltens von Tongesteinen ist deren dia- genetische Entwicklung von großer Bedeutung. Die unterschiedlichen Diagenese-Stadien (und ihre Abhängigkeit von der Tiefe, aber auch vom Kalkgehalt) der paläogenen Sedimente in Norddeutschland sind daher detailliert zu betrachten. Hierbei sind neben der sedimentologischen, stratigraphischen und paläogeographischen Charakterisierung auch der Kenntnisstand in Bezug auf Regressionsphasen und Erosionshorizonte zu erheben. Mögliche laterale (z.B. Becken-, Schwellen-, Küstensedimente) und vertikaler Differenzierungen (z.B. Leithorizonte, Tufflagen) sind zu ermitteln. Welche Faktoren beeinflussen die Diagenese?“

Antwort: Entsprechende Fragestellungen werden von uns mitbetrachtet werden.

Aus unserer Perspektive sind die konkreten In-situ-Eigenschaften maßgeblich. Diese werden wir nach Möglichkeit aus den vorliegenden Unterlagen versuchen abzuleiten und ggf. im Rahmen von Erkundungsarbeiten erheben.

3.14 „Weitere offene Fragen III“

Kernaussage der Anmerkungen

„Vollzieht sich die Diagenese tiefenabhängig „von unten nach oben“ ab einem bestimmten Auflastdruck oder bankweise, von welchen Faktoren ist sie abhängig?“

Antwort: Es gibt eine große Vielfalt von Fragestellungen. Eben deshalb sind *in-situ*-Informationen über die sicherheitsrelevanten Eigenschaften (z. B. Durchlässigkeit, Festigkeit, Quellfähigkeit) von zentraler Bedeutung.

3.15 „Weitere offene Fragen IV“

Kernaussage der Anmerkungen

„Die regionale und lokale Versenkungsgeschichte der Sedimente ist zu untersuchen und der Kenntnisstand in Bezug auf mögliche biogene Bestandteile sowie auf eine etwaige Öl- und Gasführung zu erweitern. Wie sieht es z.B. mit organikreichen Horizonten in den tertiären Sedimentabfolgen aus?“

Antwort: Entsprechend sicherheitsgerichtete Betrachtungen erfolgen im weiteren Verfahren nach Sachlage.

3.16 „Weitere offene Fragen V“

Kernaussage der Anmerkungen

„Die Eigenschaften und das Verhalten von Tongesteinen werden maßgeblich von der mineralogischen Zusammensetzung bestimmt. Hinsichtlich einer Eignung als Wirtsgestein sind neben der Art und dem Anteil der Tonminerale auch der Gehalt bestimmter Nebenbestandteile von besonderem Interesse.“

Antwort: Grundsätzlich stimmen wir zu, jedoch sind neben der Mineralogie z. B. die Kompaktion, der Wassergehalt und andere Faktoren ebenfalls von großer Relevanz.

3.17 „Weitere offene Fragen VI“

Kernaussage der Anmerkungen

„In Bezug auf die mineralogische Zusammensetzung ist zu klären worin sich die norddeutschen Tongesteinsformationen von den Tongesteinsformationen unterscheiden, die international (z.B. Frankreich, Schweiz, Belgien) als Wirtsgesteine in Betracht gezogen werden. Wie hoch ist bspw. der Tonmineralanteil und welche Rückschlüsse auf die Gesteinseigenschaften (Quellfähigkeit, Rückhaltevermögen, etc.) lassen sich daraus für die tertiären Tongesteine ziehen. Für eine mögliche Mobilisierung von Radionukliden ist der Karbonatgehalt des Gesteins mitentscheidend. Auch der Pyritgehalt ist ein wichtiger mineralogischer Parameter, da bspw. eine Freisetzung von Schwefelsäure durch Pyritoxidation in der bergbaulich bedingten Auflockerungszone bei der Errichtung eines Endlagerbergwerks nicht auszuschließen ist.“

Antwort: Grundsätzlich stimmen wir den Hinweisen zu, jedoch ist zu bedenken, dass verschiedene Sicherheitsfunktionen konkurrieren können. Eine möglichst geringe hydraulische Gebirgsdurchlässigkeit ist von zentraler Bedeutung, auch im Sinne des StandAG. Beispielsweise ist eine Retardation von geringerer Bedeutung, wenn die Durchlässigkeit sehr gering ist. Änderungen des pH-Werts im Nahfeld des Bergwerks sind vermutlich schwer zu vermeiden, können aber technisch/geotechnisch begrenzt werden (Robustheit).

3.18 „Weitere offene Fragen VII“

Kernaussage der Anmerkungen

„Für die Eignung eines Tongesteins als Wirtsgestein ist dessen Maximaltemperaturbelastung in der geologischen Vorgeschichte (Paläomaximaltemperaturen) von erheblicher Relevanz. Bei Überschreitung der Paläomaximaltemperaturen besteht die Befürchtung einer Verschlechterung der Barrierefunktionen durch sekundäre Prozesse wie die Alteration der vorhandenen organischen Substanzen, die sich wiederum nachteilig auf das Rückhaltevermögen von Radionukliden auswirken könnte. Die heutigen Tiefenlagen von Tongesteinen sind nicht mit den maximalen Versenkungstiefen gleichzusetzen.

Dementsprechend ist für die tertiären Tongesteinsformationen die Maximaltemperaturbelastung in der geologischen Vorgeschichte (Paläomaximaltemperaturen) zu ermitteln. Die dafür national und international verwendeten Methoden zur Paläomaximaltemperaturbestimmung von Tongesteinen bzw. der Wirtsgesteinscharakterisierung sind auf ihre Vorteile, Nachteile und ihre generelle Anwendbarkeit für tertiäre Tongesteine zu sichten und zu bewerten. In diesem Zusammenhang spielen auch die Art, Menge und Reife organischer Substanzen in tertiären Tongesteinen einerseits sowie der möglichen Alteration/Zersetzung durch Temperatureinflüsse andererseits eine wichtige Rolle.“

Antwort: Für die Barrierefunktion ist die Gebirgsdurchlässigkeit maßgeblich; Rückhalteprozesse sind sehr wichtig, aber nachgeordnet zu bewerten (Prinzip des sicheren Einschlusses.)

Eine detaillierte Bewertung steht jedoch noch aus und wird ergebnisoffen ermittelt werden.

3.19 „Weitere offene Fragen VIII“

Kernaussage der Anmerkungen

„Mit Blick auf die mögliche Eignung tertiärer Tongesteine für die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung einer Anlage zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle sind weiterhin Fragen zur geomechanisch/geotechnischen Charakterisierung und zur Standsicherheit von entscheidender Bedeutung.“

Antwort: Dies ist grundsätzlich korrekt.

3.20 „Weitere offene Fragen IX“

Kernaussage der Anmerkungen

„Die geomechanischen Kennwerte und deren Bandbreite, insbesondere für Wärmeleitfähigkeit, thermischer Ausdehnungskoeffizient, Festigkeiten, Steifigkeiten, Viskosität, Schrumpfen, Wassergehalt sind zu ermitteln.“

Antwort: Dies ist grundsätzlich korrekt.

3.21 „Weitere offene Fragen X“

Kernaussage der Anmerkungen

„Wie werden z.B. die Primärspannungszustände, insbesondere in Hinblick auf einen eventuell vorhandenen horizontalen Spannungsüberschuss bewertet?“

Antwort: Horizontale Differenzialspannungen sind grundsätzlich kritisch zu bewerten. Entsprechende Untersuchungen können voraussichtlich erst im Rahmen der Erkundung erfolgen.

3.22 „Weitere offene Fragen XI“

Kernaussage der Anmerkungen

„Wie unterscheiden sich paläogene Tongesteinsformationen von anderen Tongesteinsformationen (z.B. jurassische Tongesteinsformationen) in Hinblick auf ihre Temperaturvulnerabilität und die Fähigkeit zur hydraulisch und mechanisch wirksamen Risssschließung?“

Antwort: Generell gesprochen zeigen die Erfahrungen aus dem belgischen Untertagelabor HADES in Mol im Boom Clay (analog Rupelton, Oligozän, ca. 225 m Tiefe), dass die Fähigkeit zur Risssschließung sehr gut ist. Zur Temperaturvulnerabilität läuft dort seit 2014 das auf zehn Jahre angelegte PRACLAY-Heizexperiment. Im ersten Zwischenbericht 2017 konnte keine Schädigung durch das passierte Maximum des Porendrucks nachgewiesen werden. Nach Beendigung des Experiments im Jahre 2024 sind weitere Informationen zur Temperaturverträglichkeit zu erwarten.

3.23 „Weitere offene Fragen XII“

Kernaussage der Anmerkungen

„Es wäre zu prüfen, ob (andere) Stoffgesetze für die Modellierung tertiärer Tongesteine und deren thermischen, hydraulischen, mechanischen und chemischen Verhaltens benötigt werden.“

Antwort: Korrekt.

3.24 „Weitere offene Fragen XIII“

Kernaussage der Anmerkungen

„In Bezug auf die Standsicherheit ist von Interesse, in welchen Bau- oder Forschungsprojekten in tertiäre (paläogene) Tongesteinen Auffahrungen durchgeführt oder geotechnische Bauwerke erstellt wurden. Welche geotechnischen und geomechanischen Erfahrungen wurden dabei gewonnen (Teufenlage, Ausbauart, Ausbaugrad)? Welche besonderen Problemstellungen traten dabei auf? Sind Schwierigkeiten bei einer langen Offenhaltung z.B. für eine Rückholung zu erwarten und welche können das sein? Gibt es Untersuchungen/Überlegungen zur technischen Machbarkeit der Rückholung, wenn ja, welche?“

Antwort: Das bereits genannte Untertagelabor HADES im belgischen Mol in 225 m Tiefe wird seit 1980 betrieben (nunmehr 40 Jahre). Die Plastizität des Boom Clay in dieser geringen Tiefenlage erfordert einen vollen Ausbau mit Stahlröhren, später wurde Beton eingesetzt. Da ein mögliches Endlagerbergwerk im 004_00TG_053_00IG_T_f_tpg in größerer Tiefe bei voraussichtlich größerem Verfestigungsgrad aufgefahren werden würde, sind die Bedingungen aus dem HADES-Labor nur bedingt übertragbar. Zu erwarten wäre dann eine Situation zwischen dem HADES und dem Untertagelabor Mont Terri im jurassischen Opalinuston in der Schweiz. Auch dort ist ein umfänglicher Ausbau erforderlich, trotz hohem Verfestigungsgrad des Tonsteins.

3.25 „Weitere offene Fragen XIV“

Kernaussage der Anmerkungen

„Welche Teufe kann für die Erstellung von Hohlräumen in tertiären (paläogenen) Tongesteinen aufgrund des notwendigen Ausbaus als maximal möglich angesehen werden?“

Antwort: Eine entsprechende Bewertung steht aus. Jedoch sind wahrscheinliche Mindestteufen aufgrund glazialer Prozesse (größer als 600 m u. GOK) durchaus vorstellbar. Auch wenn die Suche im Rahmen des § 13 StandAG bis in Teufen von 1500 m erfolgte, gehen wir davon aus, dass für ein Endlager in Tongestein eine geringere Teufe aus Aspekten der Betriebssicherheit zu wählen ist. Eine konkrete Zahl lässt sich pauschal nicht nennen, da dies stark von lokalen Gegebenheiten abhängt.

3.26 „Weitere offene Fragen XV“

Kernaussage der Anmerkungen

„Bei all diesen offenen Fragen steht im Raum, wie die BGE plant, diese Wissenslücken in Bezug auf die tertiären Tongesteine zu schließen? Sollte die BGE die tertiären Tongesteine weiterhin in ihre Betrachtungen einbeziehen, welche weiteren Forschungsarbeiten sind von ihr geplant bzw. welche offenen Fragen sieht die BGE selbst bei diesem Wirtgestein?“

Antwort: Wir werden dies im Fortgang des Verfahrens konkretisieren und entsprechend regelmäßig kommunizieren (z. B. Forschungsagenda). Es steht uns jedoch als Vorhabenträgerin nicht zu, aufgrund ungeklärter offener Fragen vom StandAG, vorgegebene Wirtsgesteine zu präjustizieren.

3.27 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein I“

Kernaussage der Anmerkungen

„Das Teilgebiet „Tertiäres Tongestein“ liegt u. a. im Nordwesten des Landes Berlin. Seine Ausdehnung für den Berliner Raum lässt sich mit den vorliegenden Informationen regional-geologisch nicht nachvollziehen.

Als entscheidungserheblich für die Gebietsabgrenzung wird von der BGE auch die im Land Berlin positionierte Bohrung Berlin 1 (321006000101) genannt, in der nach Kenntnis des geologischen Dienstes von Berlin keine Sedimente des oberen Paläozäns oder unteren Eozän vorhanden sind. Vielmehr lagert in dieser am Rand des Teilgebietes gelegenen Bohrung unteroligozäner Rupelton in einer Bohrteufe von 100-189 m direkt auf mesozoischen Keuperschichten. Vergleichbare Schichtenfolgen sind auch in weiteren der BGE zur Verfügung gestellten Tiefbohrungen aufgeschlossen, wie z. B. in den weiter nordwestlich im Teilgebiet lokalisierten Bohrungen Berlin 2, Berlin 3, Berlin 4, Berlin 15. Auch in der ebenfalls deutlich innerhalb des Teilgebietes gelegenen Bohrung 425B-3091, deren Informationen der BGE inkl. Schichtenverzeichnis vorliegen, sind keine Schichten des oberen Paläozäns und unteren Eozän aufgeschlossen. Hier wurden lediglich geringmächtige Tone des oberen Mittel- bzw. Obereozän erbohrt. Dementsprechend ist die Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein“ für den Raum Berlin regionalgeologisch in Frage zu stellen.“

Antwort: Danke für den Hinweis. Für die Bohrung „Berlin 1“ ist versehentlich ein Schichtenverzeichnis einer anderen Bohrung in die Auswertung eingegangen. Aufgrund einer grundsätzlichen Übereinstimmung mit paläogeographischen Karten ist dies im Rahmen der Qualitätssicherung nicht aufgefallen. Im Rahmen der jetzt erst im Schritt 2 Phase I erfolgenden umfassenden Auswertung der uns vorliegenden Bohrdatenbanken wird die Korrektur des von Ihnen benannten Fehlers mit eingehen.

3.28 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein II“

Kernaussage der Anmerkungen

„Die Lithologie aus den Bohrungen Bad Wilsnack Sol Wik 1/96 in der Prignitz und Velten Gt Vet 2/90 nördlich Berlin belegt die heterogen aufgebauten Wechselfolgen des Paläogens:

- *Hauptsächlich wird das Paläogen Brandenburgs aus Schluffen (nach Korngröße definiert in DIN 4022 und DIN EN ISO 14688 von 2004) aufgebaut.*

- *Weiter wird das Paläogen aus Tonmergeln, Schluffmergeln, Kalkschluffen, Sanden, Kalksandstenen und Tonen zusammengesetzt.*
- *Dem sind Konkretionen und Bänke bzw. Flöze von Kalkmergelsteinen, Kalksteinen, Kalksandsteinen, Braunkohlenschluffen, Braunkohlentonen und Braunkohlen eingelagert.*

Da beide Bohrungen in Salzabwanderungssenken geteuft wurden, in denen Absenkungsphasen infolge Salzabwanderung auch im Paläogen stattfanden, weisen darin einige Abschnitte des Paläogens auch erhöhte Mächtigkeiten und Lithofaziesdifferenzierungen auf, die nur lokal in diesen Senken auftreten, insbesondere in den einzelnen Diapirrandsenken auch zu unterschiedlichen Zeiten. Paläogene Tone über 100 m Mächtigkeit treten somit in Brandenburg nur lokal in Salzabwanderungssenken auf. Daher wird bei deren Flächenumgrenzung im Zwischenbericht Teilgebiete der BGE insbesondere die nach StandAG § 23 Absatz 5 Punkt 2 erforderliche Mindestanforderung „Mächtigkeit des einschlusswirksamen Gebirgsbereich“ nicht erfüllt und dieses Gebiet hätte infolgedessen nicht als identifiziertes Gebiet in die Anwendung der Geowissenschaftlichen Abwägungskriterien aufgenommen werden dürfen.“

Antwort: Wenn in Salzabwanderungssenken die Mindestanforderungen für die tonigen Folgen des Thanetium/Ypresium erfüllt sind, sind sie korrekt im Teilgebiet ausgewiesen.

Da die räumliche Lage der Salzrandsenken nicht leicht einzugrenzen ist, wurde zunächst – konservativ – auch darüber hinaus ausgewiesen.

3.29 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein III“

Kernaussage der Anmerkungen

„Es erscheint daher nicht plausibel, aus einer heterogen lithologischen Zusammensetzung wie beispielsweise im Paläogen von der Rupelton-Formation (Unter-Oligozän) aus hauptsächlich Schluffen, Tonen, Ton- und Schluffmergeln in Nordwest-Brandenburg (mit Sand-Zwischenschaltungen in Ost-Brandenburg außerhalb des Teilgebietes 005_00TG) ein Wirtsgestein „Tertiäres Tongestein“ herzuleiten.“

Antwort: Die Rupelton-Formation wurde nicht als potentielles Wirtsgestein identifiziert. Das Teilgebiet 004_00TG_053_00IG_T_f_tpg umfasst nur die tonigen Einheiten des Thanetium und Ypresium. Im Sinne eines konservativen Vorgehens führten schluffige und sandige Anteile in Bohrungen noch nicht zu Gebietsverkleinerungen, wenn die Mächtigkeit von Thanetium/Ypresium die Mindestanforderung zur Mächtigkeit erfüllten. In den Bundesländern Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein wurde die Lage des Teilgebiets über die stratigraphische Auswertung der 3D-Modelle (konservativ) ausgewiesen. Da uns in den Bundesländern Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt keine geeigneten 3D-Modelle vorlagen, wurden Bohrungen ähnlich stratigraphisch und konservativ vorgehend ausgewertet.

Die Erfüllung der Mindestanforderung zur Gebirgsdurchlässigkeit wird durch grobkörnigere Einschaltungen oder Einmischungen natürlich in Frage gestellt, dies wird in der weiteren Bearbeitung geprüft.

3.30 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein IV“

Kernaussage der Anmerkungen

„Hamburg: Für die Ausweisung des Verbreitungsgebietes „Tertiäres Tongestein“ wurde die Basisfläche des oberen Eozän des Geotektonischen Atlas 3D gewählt, und mit dem Basiskriterium 1.500 m verschnitten. Dies ist für das GLA Hamburg nachvollziehbar.

Laut Geotektonischem Atlas 3D ist diese Formation auch am Othmarschen-Langefelde-Diapir aufgeschleppt, erreicht aber nicht Teufen oberhalb 1.500 m. Daher ist die Verbreitung dieser Formation in der veröffentlichten Karte ab der Grenze zu Schleswig-Holstein nicht plausibel.“

Antwort: Beispielsweise durchteuft die Bohrung „Quickborn 4“ das Eozän von 1110 m bis 1363 m Tiefe im von Ihnen beschriebenen Bereich. Die Daten des Modells sind plausibel und die Tiefenlage ist kleiner 1500 m.

3.31 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein V“

Kernaussage der Anmerkungen

„Hamburg: Neben der Erdgas- und Erdölförderung als Solche, die durchaus auch zu starken und mitunter negativen Auswirkungen auf die Eigenschaften des Untergrunds für ein Endlager führen kann, bestand für das ehemalige Erdölfeld Reitbrook eine Nachnutzung als Gasspeicher. Durch das wiederholte Füllen und Entleeren des Gasspeichers unter dem potentiellen Wirtsgestein „Tertiäres Tongestein“ ist es zu Hebungen gekommen, die auch an der Oberfläche nachweisbar sind. Der Bewegungsbereich des Gasspeichers, der von 1973 – 2017 am Standort Reitbrook betrieben wurde, kann aus den Radarinterferometriedaten (Daten BBD-Programm der BGR), die der BGE vorliegen sollten, abgeleitet werden. Die Hebungen lagen in den letzten Jahren der Nutzung demnach in einer Größenordnung bis zu einigen Zentimetern. Der betroffene Bereich entspricht in etwa der Ausdehnung der im GTA-3D dargestellten Salzstockberandung und etwas darüber hinaus (ca. 4 km im Durchmesser).

Es ist daher davon auszugehen, dass es auch im Bereich der überlagernden Deckschichten und damit auch im Bereich des potenziellen Wirtsgesteines „Tertiäres Tongestein“ zu Schädigungen wie Rissbildung gekommen sein könnte. Dies hätte bei der Ausweisung des Teilgebietes differenziert betrachtet und dementsprechend berücksichtigt werden müssen.“

Antwort: In dieser Detailtiefe bzw. derart kleinen räumlichen Auflösung wurde im Schritt 1 der Phase I nicht gearbeitet. Die BGE bedankt sich für den Hinweis und wird die Thematik im weiteren Verfahren berücksichtigen.

3.32 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein VI“

Kernaussage der Anmerkungen

„Niedersachsen: Für Niedersachsen wurde noch keine detaillierte regionalgeologische Betrachtung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein“ vorgenommen, es ist jedoch zu erwarten, dass vergleichbar wie in den benachbarten Bundesländern ähnliche Beispiele und vor allem großflächige Regionen identifiziert werden könnten, die die Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein“ in der aktuellen Ausprägung mehr als in Frage stellen. Die Verhältnisse, wie sie bspw. aus Schleswig-Holstein beschrieben werden, wären auch für Niedersachsen nach regionalgeologischer Prüfung nicht überraschend und mitunter übertragbar.“

Antwort: Die BGE wartet mit Interesse auf die im Rahmen der geologischen Landesaufnahme ausstehenden regionalgeologischen Hinweise des LBEG.

3.33 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein VII“

Kernaussage der Anmerkungen

„Mecklenburg-Vorpommern: Das Teilgebiet „Tertiäres Tongestein“ umfasst nahezu die gesamte westliche Landesfläche von Mecklenburg-Vorpommern. Zur Abgrenzung wurden dafür vor allem Tiefbohrungen und thematische Karten herangezogen. Ergänzend dazu kann auch der seismische Reflektor T1 verwendet werden, der die transgressive Basis des Tertiär in Nordostdeutschland abbildet, und in Form von Isobathenkarten vorliegt.

Die Isolinien des Reflektors zeigen an, dass das von der BGE ausgewiesene Teilgebiet auch Bereiche oberhalb von Salzstrukturen einschließt, in denen sich die Basis der alttertiären Abfolgen nicht tiefer als 300 m u. NN befindet. Dies betrifft die Salzkissen Brustorf, Karow-Schwaan, Krakow am See, Marnitz, Neubuckow und Triebkendorf. Teilweise fehlt das Tertiär im Top dieser Antiklinalstrukturen völlig.“

Antwort: Vielen Dank für Ihre Hinweise. Wir werden bezüglich der Verwendung der Isobathenkarten des T1-Reflektors in unserer weiteren Auswertung auf Sie zurückkommen.

3.34 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein VIII“

Kernaussage der Anmerkungen

„Mecklenburg-Vorpommern: In den zahlreich vorhandenen Bohrungen sind die Abfolgen des Paläozän und Eozän häufig >100 m mächtig. Jedoch bestehen diese bis etwa 600 m Tiefe überwiegend aus unverfestigten und damit noch plastischen Tonen und enthalten teilweise auch Ton/Schluff- Wechsellagerungen. Aufgrund ungünstiger geomechanischer Eigenschaften und erhöhter Sensitivität gegenüber Temperaturerhöhungen sollten diese Bereiche von einer weiteren Betrachtung ausgenommen werden.“

Antwort: Das StandAG schließt plastische Tone als Wirtsgestein nicht aus. Grundsätzlich ist diesen die Eignung als Wirtsgestein nicht abzusprechen (z. B. Unterlagelabor HADES in Belgien). Wir bitten um einen konkreten Beleg (Experiment/Studie) zur erhöhten Sensitivität gegenüber Temperaturerhöhungen, der auf eine Nichteignung plastische Tone als potentielles Wirtsgestein für die Endlagerung stark Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle schließen lässt.

3.35 „Regionalgeologische Hinweise zur Ausweisung des Teilgebietes „Tertiäres Tongestein IX“

Kernaussage der Anmerkungen

„Schleswig-Holstein: Die Konsistenz der tertiären Tonfolgen des Untereozän 2 bis 4 wird in den Bohrungsbeschreibungen in vielen Regionen als „plastisch“ und „weich“ beschrieben. Auf eine unvollkommene diagenetische Verfestigung weisen auch Beschreibungen wie „zäh“ hin.

In allen Regionen Schleswig-Holsteins finden sich in größerer Zahl Schichtenverzeichnisse, die untereozänes und oberpaläozänes Material als „mild“ sowie „mäßig fest“ beschreiben.

Es kann also davon ausgegangen werden, dass die allgemeine lithologische Einstufung als „Ton“ (und nicht als Tonstein) weiten Teilen des Landes – auch in endlagerrelevanten Tiefen – zutrifft.

Mit Blick auf die mineralogische Zusammensetzung der Tone in Schleswig-Holstein ist für die Tone des Ypresiums (Eozän) die enthaltenen quellfähigen Montmorillonite hervorzuheben. Besonders in sog. „Grüner Eozänton“ bilden die quellfähigen Montmorillonite bis zu 50 % des Gesamtanteils an Tonmineralen.

Die paläogeographische Situation Schleswig-Holsteins ist durch den von Salzmauern und Salzdiapiren überprägten Glückstadtgraben gekennzeichnet. Durch noch im Tertiär andauernde Halokinese konnte es an den Flanken der Salzstrukturen stellenweise zu erosiven Prozessen kommen, deren Spuren sich in den benachbarten Trögen durch unterschiedlich mächtige siltig/sandige Zwischenlagen dokumentieren. Weiterhin ist besonders das Untereozän 1 durch Tuffitlagen gekennzeichnet.“

Antwort: Die genannten Sachverhalte sind uns bekannt, hatten aber bisher u. a. aufgrund des Detaillierungsgrads der Arbeiten im Schritt 1 der Phase I keinen Einfluss auf die Ausweisung der Teilgebiete. Die angesprochenen Themen werden voraussichtlich unter anderem im Rahmen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im weiteren Verfahren betrachtet werden.

Wir danken den Geologischen Diensten von Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein für viele konstruktive Hinweise und werden diese in der weiteren Bearbeitung in Schritt 2 der Phase I, so weit möglich, berücksichtigen. Detaillierte Interpretationen von geophysikalischen Daten (Seismik, Gravimetrie- und Magnetik-Daten) unter Einbeziehung der vorhandenen Bohrdaten in diesem Gebiet und der regionalgeologischen Kartenwerke der Geologischen Dienste von Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein werden zur weiteren Bearbeitung und Ermittlung von Standortregionen in Schritt 2 der Phase I genutzt.

4 Literatur

- BGE (2020h): *Anwendung Ausschlusskriterien gemäß § 22 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete.* Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.
https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Anwendung_Ausschlusskriterien_gemaess_22_StandAG_Untersetzende_Unterlage_des_Zwischenberichts_Teilgebiete_Rev.001.pdf
- BGE (2020j): *Anwendung Mindestanforderungen gemäß § 23 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete.* Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.
https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Anwendung_MA_gemaess_23_StandAG_Rev.001_barrierefrei.pdf
- BGE (2020k): *Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete.* Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.
https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Teilgebiete_und_Anwendung_Geowissenschaftliche_Abwaegungskriterien_gemaess_24_StandAG_Untersetzende_Unterlage_zum_Zwischenbericht_Teilgebiete_.pdf

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine
T +49 05171 43-0
poststelle@bge.de
www.bge.de